



LAPPEENRANNAN
TEKNILLINEN YLIOPISTO

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
SÄHKÖTEKNIIKAN OSASTO

080450000 Sähkömarkkinoiden seminaari

SEMINAARITYÖ

31.03.2004

Vesa Pirinen

0083055

Säte 5

GPS:n käyttö sähkönjakeluyhtiöissä

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Sähkötekniikan osasto

Vesa Pirinen

GPS:n käyttö sähkönjakeluyhtiöissä

Seminaarityö, Lappeenrannan teknillinen yliopisto

2004

15 sivua, 1 kuva

Tarkastaja: Professori Jarmo Partanen

Hakusanat: GPS, sähkönjakeluyhtiöt, paikannus, suunnittelu

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää miten sähköyhtiöt nykypäivänä käyttävät GPS:ää apuna. Lisäksi tuli selvittää minkälaisen tarkkuuden uusi tekniikka mahdollistaa ja mitä muita hyötyjä satelliitti paikannus tuo mukanaan. Tutkimuksessa käytettiin jo olemassa olevaa pohjatietoutta ja lisäksi sähköyhtiön edustajien haastatteluja.

Tutkimuksessa selvisi, että GPS:n käyttö linjojen paikannuksessa on helppoa ja nopeaa sekä nopeasti yleistynyttä Suomessa viimeisen viiden vuoden aikana. Suuri osa keskijännitelinjoista on jo saatu digitaaliseen muotoon. Lisäksi GPS alkaa vallata alaa myös linjasuunnittelu puolella. Tarkkuudet liikkuvat senteissä, mikä riittää suunnittelun tarpeisiin hyvin. Ajoneuvopaikannuksessa ei olla vielä päästy kovinkaan pitkälle, sillä tiedonsiirtomaksut nostavat rajaa palvelun ostamiseksi. Lisäksi GSM-tekniikasta on tullut GPS:n kilpailija tällä saralla.

SISÄLLYSLUETTELO

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET	4
1 JOHDANTO	5
2 GPS-JÄRJESTELMÄ.....	5
2.1.1 Paikanmääritys.....	5
3 GPS:N KÄYTTÖ KESKIJÄNNITELINJOJEN PAIKANNUKSESSA	7
3.1 Käytettävän laitteiston kuvaus.....	7
3.2 Laitteiston tarkkuus ja hinta	7
3.2.1 Tarkkuus	7
3.2.2 DGPS.....	7
3.2.3 Hinta	8
3.3 Laitteiston käyttö.....	9
3.4 Käyttöön liittyvät ongelmat	9
3.5 Missä mennään?	10
4 GPS:N KÄYTTÖ LINJASUUNNITTELUSSA.....	11
4.1 Käytettävän laitteiston kuvaus.....	11
4.2 Suunnittelun periaatteet	11
4.3 Mitä hyötyä uusi tekniikka tuo suunnitteluun?	11
4.4 Laitteiston tarkkuus ja hinta	12
4.5 Tulevaisuudessa?.....	12
4.6 GPS:n käyttö maakaapelien asennuksessa.....	12
5 MUITA GPS- SOVELLUKSIA	13
5.1 Puhelinoperaattorit vs. GPS- tekniikka	13
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	14
LÄHDELUETTELO.....	15

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

GPS	Global Positioning System, satelliittipaikannusjärjestelmä
PPS	Precise Positioning Service, tarkka paikannus palvelu
SPS	Standard Positioning Service, normaali paikannus palvelu
L1, L2	Kantoaallot 1 ja 2
DGPS	Differentiated Global Positioning System, differentiaalinen korjausviesti
RDS	Radio Data System, radiolähetykseen liitettävä digitaalinen lisäinformaatio
PKS	Pohjois-Karjalan Sähkö Oy
GSM	Global System for Mobilecommunications, maailmanlaajuinen langaton puhelinjärjestelmä

1 JOHDANTO

Seminaarityössä tutustutaan GPS-järjestelmien käyttöön sähköjakeluyhtiöissä. Jo useita vuosia on GPS:ää käytetty linjatarkastuksissa ja pylväiden paikannuksessa. Laitteiden ja järjestelmien kehittyessä on satelliittipaikannusjärjestelmää alettu käyttää myös suunnittelussa apuneuvona. Seminaarissa tehdään katsaus myös ajoneuvojen paikannukseen. Seminaarityössä tarkastellaan GPS-laitteiden hyötyä sähköjakeluyhtiöille sekä laitteistojen laatu/hinta suhdetta. Myös tulevaisuuden näkymät otetaan esille.

2 GPS-JÄRJESTELMÄ

GPS-järjestelmä kehitettiin yhdysvalloissa 1970-luvulla sekä sotilas että siviili-käyttöön. Vuosien 1978- 95 aikana saatettiin GPS-järjestelmä nykyiseen toimintakuntoon. Tänä aikana laukaistiin kaikki GPS-satelliitit radalleen. Järjestelmän tulo maksuttomaksi 1983 aikaan sai nopean yleistymisen ja laitteistojen halpenemisen. /1/

Järjestelmä koostuu maapalloa kiertävistä 24 satelliitista, joista 21 on aktiivista ja 3 varalla. Satelliitteja tarkkaillaan viideltä tarkkailuasemalta ja yhdeltä päätarkkailuasemalta. Ne kiertävät maapallon 12 tunnissa ja niiden kiertoradat on kallistettu 55° päiväntasaajaan nähden. Ne sijaitsevat kuudella eri kiertoradalla ja ovat n. 200 kilometrin korkeudella. Lisäksi maassa on 4 satelliittia laukaisuvalmiudessa. /2/

2.1.1 Paikanmäärittäminen

GPS-paikanmäärittäminen perustuu etäisyyksien mittaamiseen vastaanottimen ja vähintään kolmen satelliitin välillä radiosignaalin kulkuajan perusteella. /1/

Paikanmäärittämisessä on käytössä kahta erilaista tapaa määrittää sijainti. Seuraavassa lyhyt selostus näistä tavoista. Lisäksi tavoista ilmenee syy kustannusten nousuun.

Koodien vaihe-eroon perustuvassa paikanmäärittämisessä vastaanotin tuottaa sisäisesti satelliitin lähettämää koodia vastaavaa bittijonoa, jonka aloitushetki pyritään saamaan täsmälleen samaksi kuin satelliitin lähettämän pulssin lähtöhetki. Vertaamalla näiden

kahden bittijonon välistä vaihe-eroa, voidaan laskea viestin lähetyksestä kulunut aika ja sitä kautta satelliitin etäisyys vastaanottimeen. /1/

Kantoaallon vaihe-eroon perustuvassa mittauksessa tarkkaillaan kantoaallon vaihe-eroa. GPS-järjestelmän kantoaaltojen taajuudet ovat gigahertsien luokkaa, näin ollen signaalin aallonpituus on n. 19 cm. Tarkkailemalla kantoaallon vaihe-eroa, päästään huomattavas-
ti

koodiin perustuva mittausta parempiin, käytännössä n. 1 cm tarkkuuksiin. Kantoaal-
toon perustuva paikannus vaatii huomattavasti kalliimpia laitteistoja. /1/

3 GPS:N KÄYTTÖ KESKIJÄNNITELINJOJEN PAIKANNUKSESSA

Kappaleessa tutustutaan keskijännitelinjoiden tarkastuksen yhteydessä tehtävään pylväiden paikantamiseen ja välineistöön. Myös tekniikan hyötyjä, haittoja ja kustannuksia otetaan esille.

3.1 Käytettävän laitteiston kuvaus

Kuntotarkastajalla on maastotietokoneen lisäksi repussa GPS-laitteisto. Laitteisto koostuu kahdesta vastaanottimesta. Toinen ottaa vastaan GPS-satelliiteilta tulevaa taajuusviestiä ja toinen vastaanotin ottaa vastaan Yleisradion FOKUS- palvelun tarjoamaa GPS differentiaalikorjausviestiä (DGPS). GPS-vastaanottimessa kanavien lukumäärä tarkoittaa kuinka monen satelliitin tietoa vastaanotin pystyy vastaan ottamaan. Jotta sijaintitieto voidaan syöttää maastotietokoneelle täytyy vähintään neljän satelliitin olla taivaalla sekä hajonnan oltava alle kaksi metriä. Lisäksi vastaanottoon tarvitaan kaksi kappaletta antennia. Jotta Yleisradion lähettämää GPS-korjausta voidaan käyttää, se täytyy vastaanottaa teknisellä RDS-vastaanottimella. /6/

3.2 Laitteiston tarkkuus ja hinta

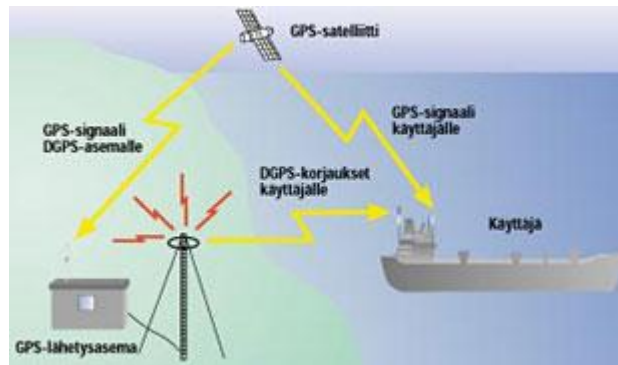
3.2.1 Tarkkuus

Sotilaskäyttöön suunnitellussa PPS (Precise Positioning Service) järjestelmässä tarkkuutena on käytetty 22 metriä vaaka- ja 28 metriä pystysuunnassa. Järjestelmässä vastaanottimet hyödyntävät GPS-satelliittien molempia lähetystaajuuksia (L1=1575,42 MHz ja L2=1227,6 MHz). Siviilikäyttöön tarkoitetut SPS (Standard Positioning Service) sovellukset käyttivät ainoastaan taajuudella L1 lähetettyä informaatiota, sillä Yhdysvaltain puolustusministeriö oli päättänyt salata L2 koodin turvallisuus syistä. Toukokuussa vuonna 2000 salausta poistui ja mittaustarkkuus parani. Ilman differentiaalikorjausta tarkkuus on suurin piirtein 50 – 100 metrin luokkaa. /3/

3.2.2 DGPS

Koska normaalin GPS:n tarkkuus ei ole riittävä verkostokohteen paikkatiedon määrittämiseen on otettava käyttöön differentiaalinen GPS (DGPS). Tämän järjestelmän periaatteena on, että asennetaan tarkasti tunnettuun paikkaan GPS- vastaanotin, joka vertaa

satelliitista saamaansa paikkatietoa tiedossa olevaan paikkatietoon. Tästä vertailusta saadaan selville korjauskerroin, jolla normaalin GPS:n saama paikkatieto on korjattava, jotta päästään parempaan tulokseen. Tämä korjaustieto lähetetään tukiasemien kautta radioteitse eteenpäin. Esimerkiksi Pohjois-Karjalassa lähimmät tukiasemat sijaitsevat Kolilla, Kerimäellä, Kiihtelysvaarassa ja Vuokatissa. Jokainen joka haluaa hyödyntää kuultavissa olevaa DGPS-korjausviestiä, joutuu hankkimaan erillisen DGPS-vastaanottimen. Vastaanottimesta korjaustiedot välitetään GPS- navigaattoriin. Kuvassa 1 on esitetty DGPS signaalin kulkureitti. /6/



Kuva 1. DGPS korjaussignaali lähetetään tukiasemalta käyttäjälle /3/

Yleisradio on kehittänyt DGPS-järjestelmän, jonka tarkkuudeksi ilmoitetaan 2 metriä. Käytännössä tarkkuus vaihtelee 2-4 metrin välillä. Tämän palvelun korjaustiedot lähetetään RDS-menetelmällä Yleisradion Radio Suomen taajuuksia hyväksi käyttäen. Tämä järjestelmä vaatii oman vastaanottimen ja palvelu on maksullista. Yleisradio käyttää tätä palvelusta nimitystä FOKUS. /2/

DGPS-laitteiston tarkkuus on riittävä linjatarkastukseen. Ilman FOKUS-palvelua tarkkuus olisi n. 50- 100 metriä ja FOKUS-palvelun kanssa n. 2-4 metriä. Tarkkuus vaihtelee n. 1-3 metrin välillä kyseisellä laitteistokokoonpanolla. Suurimmaksi osaksi keskijännitelinjat ovat tarpeeksi avoimilla paikoilla, joten virhe ei kasva liian suureksi kuin vain vaikeimmissa paikoissa. Tarkempaan kohdentamiseen ei ole tarvetta paikkatiedon keruussa, sillä suurimmat poikkeamat suorasta linjasta voidaan korjata käsin, joko paikan päällä tai toimistolla. /6/

3.2.3 Hinta

Tällainen tarkastajan mukana liikkuva GPS-järjestelmä maastotietokoneineen maksaa nykyisin n. 1000-1300 euroa kappale. Jotta tarkkuus saadaan n. 2 metrin tarkkuudelle, täytyy ostaa myös DGPS-palvelu. 12 kuukauden palvelun hinta on noin 700 euroa/laitte

ja 36 kuukauden palvelu n. 1700 euroa/laite. Tämä palvelu on pakko hankkia muualla kuin rannikkosuomessa, sillä ilmainen merivartioston DGPS-palvelu ei yletä aivan koko Suomeen. /6/

3.3 Laitteiston käyttö

Verkkotietojärjestelmät ja GPS-sovellukset ovat kehittyneet paljon viime vuosien aikana. Sähkönjakeluyhtiöt ovat alkaneet siirtää verkkotietojaan karttalehdiltä sähköiseen muotoon. Sähkönjakeluyhtiöillä on iso urakka edessään, sillä paikannettavaa keskijänniteverkkoa löytyy tuhansia kilometrejä.

GPS:ää käytetään erilaisissa tietoteknisissä sovelluksissa kunnonhallintajärjestelmään liittyvänä osakokonaisuutena. Kunnonhallintajärjestelmään kerätään verkostokohteiden kunto- ja rakennetietoa. Lisäksi jokaiselle pylvälle annetaan tarkka paikkatieto GPS:n avulla. Tämä paikkatieto viedään verkkotietojärjestelmään.

Paikannus aloitetaan lataamalla mukana kuljetettavaan maastotietokoneeseen karttapohja kyseiseltä tarkastettavalta johtolähdöltä. Karttapohjan ladattuaan maastotietokone on toimintavalmiudessa. Maastossa toiminta on seuraavaa. Tarkastettavalla johtolähdöllä kuljetaan pylvältä pylvälle niiden kuntoa samalla arvioiden. Jokaisen pylvään kohdalla tarkistetaan pylvään kunto sekä sen rakennetiedot. Tarkastuksen jälkeen luetaan laitteen antama paikkatieto ja tallennetaan se maastotietokoneelle. Koko johtolähdön tarkastuksen jälkeen voidaan maastotietokoneen data purkaa yhtiön tietoverkkoon, jossa sitä voidaan tarkastella ja muokata jälkikäteen. /6/

Työpisteellä voidaan tarkastettu johtolähtö tuoda karttapohjalle ja tehdä siihen korjauksia. Tyypillisin korjaus on yksittäisen pylvään sijainnin korjaaminen oikealle linjalle.

3.4 Käyttöön liittyvät ongelmat

Käytettävän laitteiston yksinkertaisuus ja helppotoimisuus tekee GPS-paikannuksesta kohtalaisen helppoa. Silti mukana kulkee myös muutama ongelma. Jotta paikkatieto on mahdollista laskea, on taivaalla oltava riittävään monta satelliittia. Vähintään kolme satelliittia on ehdoton minimi.

Tämän lisäksi maaston pinnanmuodot tuovat mukanaan ongelmia. Notkelmien pohjalta on luonnollisesti huonompi näkyvyys taivaalle ja siis suurempi todennäköisyys katveelle. Myös puusto luo paljon estettä satelliittiyhteyksille sekä korjaussignaalille. Tuuhean puuston vaikutus voi tulla esille paikkatiedon tarkkuuden heittona. Tarkkuus voi heittää useita metrejä mäkisissä ja metsäisissä maastoissa. /6/

Muita käytännön ongelmia ovat DGPS-viestin lähetysteho. Maaston ja puuston tuomat esteet voivat estää DGPS-signaalin vastaanoton kaukana tuliasemasta. Tukiasema sijaitsee jo niin kaukana, että signaali on erittäin heikkoa. Koska asia koskee vain pientä aluetta kartalla, niin lähetystehon nostaminen voi olla hankalaa pelkästään kyseisellä alueella.

Maastotietokoneen koko on nykyisin pienen selkärepun kokoluokkaa. Viime vuosina tekniikan kehittyessä moduulit ovat pienentyneet ja akkukestot parantuneet. Nämä seikat ovat keventäneet maastotietokoneiden massaa. Vaikka koko on pienentynyt, jää koneelle massaa edelleen vielä lähemmäs kymmentä kiloa toimintavalmiudessa. Tämä tarkoittaa, että koneen kanssa liikkuminen on melko hidasta ja työtahti on vain muutamia kilometrejä päivässä.

3.5 Missä mennään?

GPS on yleistynyt sijaintitietojen keruussa yleisesti arvioiden viiden vuoden aikana ja lähes kaikissa sähköyhtiöissä käydään keskijänniteverkkoa läpi GPS:n avulla. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy aloitti sijaintitiedon keruun vuonna 2000 ja vuoden 2004 alkuun mennessä on noin 2/3 9000 km:n keskijänniteverkosta käyty läpi ja muutettu digitaaliseen muotoon. Urakka valmistuu vuonna 2006. Vastaavasti Kuopiossa Atro:ssa GPS on ollut käytössä pitempään ja kaikki keskijännitelinjat on jo tarkastettu. Seuraavana on vuorossa pienjänniteverkko. /6/, /7/

4 GPS:N KÄYTTÖ LINJASUUNNITTELUSSA

4.1 Käytettävän laitteiston kuvaus

Suunnittelijalla mukana oleva varustus ei juurikaan eroa linjapaikannuksessa käytettävästä rikkavarustuksesta. Suurin eroavaisuus on linjasuunnittelussa tarvittava tukiasema, joka laitetaan toimintakuntoon suunniteltavan johto-osuuden läheisyyteen. Tukiasema sisältää GPS- ja DGPS-vastaanottimet sekä lähettimen, jolla lähetetään paikkatietoa suunnittelijan maastotietokoneeseen. Tukiasema sijoitetaan avaraan maastoon kolmijalan varaan seisomaan. /7/

4.2 Suunnittelun periaatteet

Uuden linjan suunnittelun alussa käydään maastossa mittaamassa linjan paikka ja maaston profiili. Tätä varten sijoitetaan tukiasema mitattavan johtolinjan läheisyyteen aukealle paikalle. Kun laitteisto on saatettu toimintakuntoon, otetaan tukiaseman paikka muistiin. Tämä onnistuu, kun vähintään seitsemältä satelliitilta mitataan paikkatieto ja korjataan DGPS-korjauksella. Kun tukiasema on paikannettu, voi suunnittelija aloittaa työnsä johtolinjan ja maastoprofiilin suunnittelussa. /7/

Maastotietokoneella mitataan maastoprofiili. Mittapisteitä tallennettaessa riittää viiden satelliitin yhtäaikainen näkyvyys. Tällöin mittapisteiden keskinäinen tarkkuus liikkuu yksittäisissä senteissä horisontaalisuuntaan ja mitattaessa maastonprofiilia vertikaalinen virhe kasvaa muutamiin sentteihin. Tällainen tarkkuus on täysin riittävä linjasuunnittelussa. /7/

4.3 Mitä hyötyä uusi tekniikka tuo suunnitteluun?

Pienen kokonsa ansiosta tukiasema ja maastotietokone kulkevat auton peräkontissa. Kokonsa ansiosta niiden liikuttelu myös maastossa on helppoa ja kokoaminen nopeaa. Tämä mahdollistaa sen, että suunnittelussa ei tarvita kuin yhden ihmisen työpanosta maastossa.

Entiseen tekniikkaan pohjautuvaan tākymetrimittaukseen verrattuna GPS-laitteistolla tehtävä suunnittelu nopeuttaa suunnittelua, on yhtä tarkkaa ja säästää työkustannuksia.

4.4 Laitteiston tarkkuus ja hinta

Vaikka laitteiston hinta liikkuukin noin 2000-3000 euron hintaluokassa, tulee investointi edullisemmaksi kuin vanhaan tekniikkaan pohjautuva suunnittelu. Tällä hintaluokalla saavutetaan senttimetriluokkaa oleva tarkkuus, joka riittää suunnitteluun loistavasti.

Laitteiston lopullinen hinta saadaan selville vasta, kun otetaan huomioon ohjelmistojen ylläpito ja päivitettävyyden. Uuden teknisen toteutuksen käyttöön otto voi olla helppoa ohjelmistopäivityksellä, mutta se maksaa lisää. Tämä tulee ottaa huomioon laitteistoa hankkiessa. Itse laitteistot ovat kehittyneet hyvin modulaarisiksi, joten tietyn komponentin vaihtaminen uuteen ei tarkoita koko laitteiston uusimista. /7/

4.5 Tulevaisuudessa?

Nyt on kehitteillä uutta tekniikkaa, jossa voidaan jättää tukiaseman kokonaan pois linjan suunnittelupaikalla. Tämä tukiasema voitaisiin korvata virtuaalitukiasemalla, jonka avulla pystyttäisiin laskemaan maastotietokoneen paikantamat pisteet tarkasti kartalle. Ilmeisesti muutaman vuoden kuluessa on luvassa ensimmäisiä tuotteita. /7/

4.6 GPS:n käyttö maakaapelien asennuksessa

Maakaapelien asennukseen erikoistunut Tuurikoski on liittännyt maakaapelivedossa käytettävään auraseläukseen GPS-laitteiston, jonka avulla kaapelien sijainti ja syvyys tallentuvat tietojärjestelmään samalla kun kaapeli aurataan maahan. GPS-laitteisto säästää kustannuksissa verrattuna jälkikäteen tehtävään GPS-mittaukseen. Uutta tekniikkaa ovat olleet kehittämässä Iisalmen Puhelin ja Pohjois-Hämeen Puhelin. /5/

5 MUITA GPS- SOVELLUKSIA

Muita GPS:n käyttökohteita ovat korjausryhmien ajoneuvoissa käytettävät ajoneuvopai-
kantimet. Seminaaria tehdessäni kysyin useasta verkkoyhtiöstä, käyttävätkö he GPS
paikannusta autoissa. Vastaus oli aina kielteinen, mutta tästä mahdollisuudesta oltiin
kyllä kiinnostuneita. Tästä voidaan päätellä, että laitteiden tarjoajilla olisi kyllä markki-
narakoa, jos vain tarjoaisivat oikean hintaista ja hyvin räätälöityä paketteja. Ilmeisesti
suurimpana ongelmana on tällä hetkellä laitteiston hankintahinta ja tiedonsiirtomaksujen
suuruus saavutettuun hyötyyn nähden.

5.1 Puhelinoperaattorit vs. GPS- tekniikka

Muutamissa yhtiöissä oltiin kiinnostuneita autojen reaaliaikaisesta paikannuksesta, jotta
vikatilanteessa lähin ajoneuvo saadaan ohjattua nopeasti oikeaan paikkaan. Asiasta kes-
kustellessani ilmeni, että yhtiöt ovat alkaneet ratkaista asiaa eri menetelmällä kuin GPS.

Viimevuosina puhelinoperaattorit ovat tiukan kilpailutilanteen pakossa alkaneet kehit-
tää GSM-tekniikkaan perustuvaa paikannusta (Global System for Mobilecommunica-
tions). Yleinen palvelupaikannustarkkuus on saatu jo n. 100 metrin tarkkuuteen hyvässä
kentässä. Tätä paikannuspalvelua on saatu markkinoitua hyvin ja Pohjois-Karjalan Säh-
köllä Oy:llä on otettu käyttöön kokeilu, jossa voidaan tarpeen vaatiessa kyselyllä selvit-
tää työryhmien sijainnit GSM-puhelinten avulla. /6/

Koska kannettavat puhelimet ovat lähes jokaisella mukana, niin ylimääräisiä kustannuk-
sia ei synny laitehankinnoista. Kyseisessä tapauksessa kustannuksiksi tulevat vain tie-
donsiirtomaksut operaattorille ja tietokoneohjelmiston hankinta tai ohjelmointi.

Ongelmana GSM-paikannuksessa ovat liittymät. Ne ovat henkilökohtaisia ja liittymän
paikallistamiseen täytyy saada kirjallinen suostumus käyttäjältä. Toiseksi paikannus on
vielä hieman liian epätarkkaa, jotta yksittäiset ajoneuvot voitaisiin ohjata tarkasti vika-
paikoille.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

GPS-tekniikka on otettu yleisesti käyttöön viimeisen viiden vuoden aikana ja keskijän-
nitelinjojen paikkatiedon keruussa ollaan hyvässä vauhdissa. Loput verkot on muutettu
digitaalisen muotoon aivan lähivuosina.

Linjasuunnittelun puolella entinen tekniikka on vielä valitsevaa, mutta välineistön van-
hetessa ja tiedon liikuessa yhtiöstä toiseen on odotettavissa GPS:n tulevan vallitsevaksi
apuvälineeksi suunnittelupuolella.

Ajoneuvopaikannus on vielä hyvin lähtötekijöissään GPS-tekniikkaan pohjautuen.
GSM-tekniikan kehittyessä nopeasti, voi tästä tulla varteenotettava kilpailija GPS:lle.

LÄHDELUETTELO

- /1/ Kimmo Jämsä: GPS-paikannuksen sovellukset sähköyhtiöissä. Seminaarityö, Sähkömarkkinoiden seminaarikurssi. 2000, 17s.
- /2/ Digita Oy. 2004. Satelliittipaikannus. [Viitattu 29.03.2004]. Saatavana www-muodossa:
http://www.digita.fi/digita_dokumentti.asp?path=1840;1852;1858;2163
- /3/ Esa Karjalainen: GPS-sovellus PKS:ssä. Muistio. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. 2001, 3s.
- /4/ Merenkululaitos. 2004. NIMI. [Viitattu 29.03.2004]. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.fma.fi/toiminnot/meriliikenteenohjaus/?cat=radionavigointi&page=>
- /5/ Maanmittauslaitos. 2004. Uutisia. [Viitattu 06.04.2004]. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.maanmittauslaitos.fi/Positio/default.asp?id=631&docid=1753>

HAASTATTELUT

- /6/ Haastattelu 20.02.2004 klo 12.00. Suunnitteluinsinööri Esa Karjalainen Pohjois-Karjalan Sähkö Oy, Joensuu.
- /7/ Haastattelu 12.03.2004 klo 10.30. Suunnitteluteknikko Kalle Leskinen Atro Oy, Kuopio.